

УДК 378.147
ББК Ш12-9

ГСНТИ 14.85.01

Код ВАК 13.00.02

Либерман Яков Львович,

доктор технических наук h.c., кафедра «Станки и инструмент», Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина; профессор Российской академии естествознания; действительный член Европейской академии наук; 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; e-mail: yakov_liberman@list.ru

Лукашук Ольга Анатольевна,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Подъемно-транспортные машины и роботы», Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина; 620039, г. Екатеринбург, пер. Черниговский, д. 3, к. 22; e-mail: decanat@mmf.ustu.ru

**КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ ИЗУЧЕНИЯ ТРУДНОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ТЕКСТОВ
И ОПЫТ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: текст; восприятие; компьютеризированная оценка; учебный процесс.

АННОТАЦИЯ. Предлагается методика компьютеризированного анализа и коррекции трудности восприятия текстов различного назначения. Приводятся сведения об опыте её апробации в процессе учебной работы со студентами-механиками и инженерами, специалистами по подъемно-транспортным машинам.

Liberman Jakov Lvovich,

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Chair "Machinery and Tools", Ural Federal University, Professor of Russian Academy of Natural Sciences, Member of European Academy of Sciences, Yekaterinburg.

Lukashuk Olga Anatolievna,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Chair "Handling Machinery and Robots", Ural Federal University, Yekaterinburg.

**TEXTS PERCEPTION DIFFICULTIES ANALYSIS COMPUTERIZATION AND SOME EXPERIENCE
OF ITS APPLICATION IN THE EDUCATIONAL PROCESS**

KEY WORDS: text; perception; computerized assessment; learning process.

ABSTRACT. The paper proposes a computerized method of analyzing and correcting difficulties of perception of texts of various purposes. Some data are given concerning the experience of its approbation in the educational process of teaching mechanics and engineering students, lift-and-carry machines specialists.

Тексты различного назначения окружают нас повсеместно. Они чрезвычайно разнообразны. Это периодические и продолжающиеся публицистические издания, учебники и учебные пособия, научная и художественная литература. Такие тексты существуют в печатном виде, в электронном, а также в их озвученных вариантах, воспроизводимых живым актером, диктором, лектором или технической аппаратурой. В каком бы виде ни существовал текст, он должен достаточно легко восприниматься. Легкость или трудность восприятия текста зависит от множества факторов. Прежде всего – от его лингвистической (синтаксической и лексической) сложности, или «читабельности». Разумеется, играет роль и тезаурус воспринимающего. Если содержание текста, его семантическая направленность не соответствуют тезаурусу реципиента, если у читающего нет «информационной базы», то текст, как бы он ни был построен, будет восприниматься более или менее тяжело. Нельзя не учитывать и уровень логического мышления воспринимающего, его способность выделять главное, находить закономерности. И, конечно,

необходимо принимать во внимание и степень утомленности человека во время восприятия текста, его умственную активность.

Исходя из изложенного в Уральском федеральном университете (УрФУ), была разработана методика компьютеризированной оценки и коррекции трудности восприятия мотивирующих, обучающих и иных текстов и ряд реализующих ее программ для ЭВМ. В основу методики и программ положено следующее.

Поскольку при правильно организованном учебном процессе или системе чтения всякий новый материал базируется на ранее усвоенном, является его дополнением и развитием, содержание и семантическую направленность воспринимаемого текста было принято правомерным считать всегда в основном соответствующими тезаурусу воспринимающего. Для определения лингвистической сложности или «читабельности» текста был использован известный подход Р. Флеша (9), который применительно к русскому языку дает формулу

$$S = 0,62 \cdot D + 0,123 \cdot P + 0,51$$

где S – индекс сложности текста, D – средняя длина предложений (среднее число

слов в предложении) в тексте, Р – процент слов в тексте, состоящих из четырех и более слогов (2; 8).

Уровень логического мышления реципиента было решено оценивать с помощью довольно короткого и не требующего больших временных затрат теста (11,12):

Отметьте в каждом вопросе один вариант ответа, который Вы считаете правильным.

1. «Лопата» так относится к «копать», как «нож» к ...
а) острый; б) резать; в) точить.
2. «Усталый» так относится к «работа», как «гордый» к ...
а) улыбка; б) успех; в) счастливый.
3. Какое из данных слов не подходит к двум остальным?
а) свеча; б) луна; в) лампа.
4. «Удивление» так относится к «необыкновенный», как «страх» к ...
а) опасный; б) беспокойный; в) ужасный.
5. Какая из следующих дробей не подходит к двум остальным?
а) 3/7; б) 3/9; в) 3/11.
6. «Размер» так относится к «длине», как «нечестный» к ...
а) тюрьма; б) грешный; в) укравший.
7. «АБ» так относится к «ГВ», как «РС» к ...
а) ПО; б) ОП; в) ТУ.

8. «Лучше» так относится к «наихудший», как «медленно» к ...

а) скорый; б) наилучший; в) быстрее.

9. Какое сочетание должно продолжить ряд: ХОООХХОООХХХ?

а) ОХХХ; б) ОО; в) ХОО.

10. Какое из следующих слов не подходит к двум остальным?

а) какой-либо; б) несколько; в) большая часть.

11. «Пламя» так относится к «жара», как «роза» к ...

а) шип; б) красные лепестки; в) запах.

12. Какое из следующих слов не подходит к двум остальным?

а) широкий; б) зигзагообразный; в) прямой.

13. «Скоро» относится к «никогда», как «близко» к ...

а) нигде; б) далеко; в) прочь.

Ответы на вопросы этого теста таковы: 1б; 2б; 3б; 4в; 5; 6в; 7а; 8в; 9б; 10а; 11в; 12а; 13а.

Отношение числа правильных ответов, данных тестируемым, к числу 13 – индекс уровня его мышления М. Что касается умственной активности человека, воспринимающего текст, то она легко может быть определена по матрице распределения ее среднего уровня по времени суток и дням недели (таблица 1)(см.: 4).

Таблица 1.

Матрица распределения умственной активности

Время суток		День недели					
		Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб
	8-10	56,9	78,3	78,3	67,6	67,6	46,2
	10-12	69,6	95,6	95,6	82,6	82,6	56,5
	12-14	59,5	81,7	81,7	70,6	70,6	48,3
	14-16	72,7	100	100	86,4	86,4	59,1
	16-18	60,7	83,5	83,5	72,1	72,1	49,3
	18-20	58,2	80,0	80,0	69,1	69,1	47,3

Числа в матрице – проценты от максимально возможного уровня активности. Отношения этих чисел к 100 дают соответствующие индексы умственной активности R.

Совершенно ясно, что, оценивая трудность восприятия текста с помощью индексов S, M и R, последние нельзя считать равнозначными. В связи с этим было предпринято специальное исследование, направленное на определение их значимости. В ходе исследования использовался метод экспертных оценок (1). С его помощью было установлено, что, принимая значимость информационного вклада S в оценку трудности за 1, значимости вкладов M и R можно полагать равными соответственно 0,7 и 0,3.

Имея количественные данные об S, M и R и сведения об их значимости, можно отыскать величину некоторого интегрального

показателя трудности восприятия текста Т. Для этого удобно воспользоваться мерой количества информации, предложенной Р. Хартли (10). Рассматривая, согласно Р. Хартли, некоторый параметр X как число возможных сообщений в интервале $<0, X>$, количество информации в Т можно оценить как $\log T$. Аналогично количество информации в S, M и R правомерно оценить как $\log S$, $\log M$ и $\log R$. Поскольку очевидно, что увеличение S влечет за собой увеличение Т, а увеличение M и R – уменьшение, то с учетом значимости информационных вкладов S, M и R в оценку Т можно записать:

$$\log T = \log S - 0,7 \log M - 0,3 \log R$$

Потенцируя это выражение, получим:

$$T = S \cdot M^{-0,7} \cdot R^{-0,3}$$

На основе полученной формулы была разработана компьютерная программа

«Slozhnost» (7). Она реализует довольно примитивный алгоритм и позволяет производить анализ трудности восприятия текста упрощенно. Для более же глубокого анализа были разработаны ее расширенные версии – программы «Trudnost» и «Trudnost-M» (3; 5).

Помимо индексов, учитываемых в предшествующей версии, в них учитываются дополнительные индексы: G – индекс санитарно-гигиенических и организационно-технических условий, в которых воспринимается текст, K – индекс качества речевого воспроизведения текста лектором или техническим устройством, N – индекс нужности или уровня желанности усвоения текста воспринимающим, по его мнению (индекс мотивированности к восприятию текста), B – индекс уровня базовых знаний реципиента, необходимых для восприятия предлагаемого ему текста.

Перечисленные индексы определяются с помощью теста-инструкции, приведенного ниже.

1. Насколько сильно мешают Вам воспринимать текст такие факторы, как некоторый шум в помещении, недостаточная освещенность, ненормальная температура?

2. Насколько сильно мешают Вам воспринимать текст такие факторы, как плохая дикция лектора, повышенный темп воспроизведения текста, уход лектора в сторону от тематики текста?

3. Оцените в баллах по десятибалльной шкале от 1 до 10, насколько Вам нужно или хочется усвоить содержание предлагаемого текста.

4. Введите оценку по десятибалльной шкале от 1 до 10 уровня Ваших базовых знаний по тематике предлагаемого текста.

На первые два вопроса теста-инструкции, выявляющих, насколько человек чувствителен к помехам, должно быть дано по одному ответу из ряда: «совсем не меша-

ют», «немного», «довольно сильно», «весьма сильно», «очень сильно». Каждому ответу должен быть присвоен вес (своеобразный «коэффициент реализации») от 5 до 1, и отношения весов ответов к числу 5 будут являться величинами индексов G и K.

Величина индекса N есть результат самооценки обучаемого по третьему вопросу теста-инструкции и может быть получена как частное от деления числа баллов, указанного тестируемым, на число 10. Величину же индекса B можно вычислить по оценке, данной тестирующим тестируемому на основании их предварительной беседы путем последующего деления этой оценки также на 10.

Индексы N и B определяются просто, напрямую, определение же индексов G и K требует специальной логики. Это вызвано тем, что для их вычисления необходимо отыскивать вес ответов, а это можно делать лишь на основе сопоставления ответов на вопросы теста-инструкции с реальными условиями восприятия текста.

Для реализации указанной логики в программах предусмотрены две формы – «Характеристики помещения» и «Характеристики диктора», которые нужно заполнить после обращения к тесту-инструкции.

Заполнение форм производится по факторам, определяющим характеристики, путем выбора в них тех или иных пунктов. Каждому фактору соответствуют три пункта, обозначающих три его уровня: «норма», «отличие от нормы существенно», «отличие от нормы значительно». Различные сочетания уровней факторов обуславливают различные воздействия на человека, мешающие ему воспринимать текст. Они, подобно ответам на вопрос теста-инструкции, могут быть «никакими», «несильными», «довольно сильными», «весьма сильными» и «очень сильными» (таблица 2).

Таблица 2.

Факторы, определяющие характеристики помещения и диктора, и их воздействие на человека

Сочетание уровней факторов	Воздействие на человека
Три фактора отличается от нормы значительно	Очень сильное
Два фактора отличается от нормы значительно , один отличается существенно	Весьма сильное
Один фактор отличается от нормы значительно , два отличаются существенно	Довольно сильное
Два или один фактор отличается от нормы существенно	Несильное
Все три фактора в норме	Никакое

Если их сопоставлять с ответами на вопросы теста-инструкции, которые говорят нам о «помехоустойчивости» или «пороге чувствительности» человека, то, очевидно, вес ответов и можно будет назначать (таблица 3).

Значимости индексов G, K, B и N, как и в первой версии программы, при разработке программ «Trudnost» и «Trudnost-M» были определены методом экспертных оценок и оказались равными соответственно 0,1; 0,2; 0,5; 0,9 (6).

Таблица 3.

**Вес индексов G и K в зависимости от ответов на вопросы
теста-инструкции и реальных условий восприятия текста**

Ответ на вопрос теста-инструкции	Воздействие факторов на человека	Вес индекса
Совсем не мешает	Любое	5
Немного	Очень сильное	4
	Весьма сильное	5
	Довольно сильное	
	Несильное	
Довольно сильно	Никакое	3
	Очень сильное	
	Весьма сильное	5
	Довольно сильное	
Весьма сильно	Несильное	2
	Никакое	
	Очень сильное	5
	Весьма сильное	
Очень сильно	Довольно сильное	1
	Несильное	
	Никакое	5
	Очень сильное	

Это дало возможность, используя уже упоминавшийся информационный подход Р. Хартли, прийти к выражению:

$$\log T = \log S - 0,9 \log N - 0,7 \log M - 0,5 \log B - 0,3 \log R - 0,2 \log K - 0,1 \log G$$

откуда после потенцирования получается

$$T = S \cdot N^{-0,9} \cdot M^{-0,7} \cdot B^{-0,5} \cdot R^{-0,3} \cdot K^{-0,2} \cdot G^{-0,1}$$

На этой формуле и построен анализ восприятия текста с помощью программ «Trudnost» и «Trudnost-M». Эти программы (они отличаются друг от друга сервисом), как и «Slozhnost», позволяют анализировать и сравнивать восприятие текстов. Вывод результатов их работы осуществляется в графической и таблично-текстовой форме.

Для удобства применения обе программы «Trudnost» и «Trudnost-M» выдают пользователю и «свое мнение» о том, как воспринимается текст: «очень легко» ($T < 4$), «легко» ($4 \leq T < 12$), «нормально» ($12 \leq T < 36$), «тяжело» ($36 \leq T < 118$) и «очень тяжело» ($118 \leq T < 354$). Программа «Trudnost-M» может выдать «мнение» и «чрезвычайно тяжело» ($T \geq 354$). Основой для формулировки таких выводов при работе программ разработчикам послужили, как и при выводе расчетных формул, данные, полученные методом экспертных оценок.

По результатам оценки трудности восприятия текста программа «Trudnost-M» может выдавать пользователю, если требуется, и рекомендации по коррекции восприятия.

Они выглядят следующим образом.

1. Для того чтобы текст воспринимался легче, вернитесь к шагу «Реальные условия восприятия текста» и измените время его восприятия.

2. Попробуйте улучшить санитарно-гигиеническую обстановку в помещении (снизить уровень шума в помещении, изменить освещение, температуру), либо скорректировать характеристики диктора (поработать над дикцией, снизить темп воспроизведения текста, поменьше отвлекаться на вопросы, не относящиеся к основной тематике текста).

3. Нужно работать над текстом. Уменьшите в тексте длину предложений и/или среднюю длину слов в нём. Чтобы увидеть предложение, которое воспринимается труднее всего, щелкните на участок графика с максимальным значением трудности.

4. Возможно, вам стоит поработать над собой.

Каждая последующая рекомендация выдается, если предыдущая не дала положительного результата или он оказался слабым. Для этого в программе после выполнения каждой очередной рекомендации предусмотрен возврат к началу и повторный анализ восприятия текста.

Описанная методика и компьютерные программы пригодны для анализа и коррекции самых различных текстов. С их помощью можно повысить эффективность психотерапевтического воздействия на че-

ловека, избирательных и PR-кампаний, рекламы и т. п. Можно улучшать и результаты обучения студентов и специалистов, в чем уже имеется некоторый опыт, базирующийся на эксперименте.

Субъектами эксперимента являлись 30 студентов 3-го и 4-го курсов кафедры «Подъемно-транспортные машины и роботы» Уральского федерального университета и 20 инженеров-механиков одного из промышленных предприятий города Екатеринбурга. Экспериментальным материалом служили тексты основных учебников по дисциплинам «Грузоподъемные машины» и «Машины непрерывного транспорта» и «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов ПБ 10-382-00».

Результат тестирования показал, что уровень логического мышления у студентов имеет широкий диапазон значений и в зависимости от индекса уровня их условно можно разделить на три группы: с высоким уровнем мышления, средним и низким. Сначала для исследования был взят текст из учебника М. П. Александрова «Грузоподъемные машины». Согласно расписанию, занятие (это была лекция) проводилось в понедельник, во второй половине дня. Изначальный уровень подготовки студентов был невысок, материал им был не очень интересен (до сессии оставалось еще много времени), восприимчивость к факторам, мешающим им воспринимать текст, была «довольно сильна». Количественно это выражалось в $R=0,727$, $G=0,6$, $K=0,6$, $N=0,5$, $V=0,5$. После введения и анализа текста в таких условиях для студентов с низким и средним уровнем мышления получилось $T=T_1=39,954$ и результат: «Текст воспринимается тяжело». Тогда как студенты с высоким уровнем мышления и инженеры восприняли этот же текст «нормально».

Было рекомендовано лекцию для студентов перенести на другое время, например, на среду, на середину дня, что даст $R=0,817$, $G=1$. Когда это было выполнено, получилось $T=T_2=36,309$ (на 9,1% меньше, чем T_1). Трудность восприятия уменьшилась, однако все еще осталась высокой. По-

следующий анализ «выдал» рекомендацию усилить мотивацию студентов, а преподавателю меньше «уходить в сторону».

Усилив мотивацию, назначив студентам после лекции небольшую контрольную работу по пройденному материалу, получили $T=T_3=31,42$ и оценку «Текст воспринимается нормально».

Далее была изучена трудность восприятия текста из учебника «Транспортирующие машины» (А. О. Спиваковский, В. К. Дьячков). Оказалось, что «сильные» студенты воспринимают текст «нормально», а студенты с низким и средним уровнем мышления «тяжело». Применяв для вторых те же рекомендации, что и в первом случае, трудность восприятия удалось уменьшить на 28,7%.

Наиболее сложным для восприятия всеми категориями студентов и инженеров оказался текст «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов ПБ 10-382-00». Результаты эксперимента: студентами данный текст воспринимается тяжело: $T=T_4=46,422$. Инженеры, имеющие гораздо более высокий уровень базовых знаний по предмету и более высокую степень мотивации, тоже воспринимают данный текст тяжело: $T=T_5=37,941$ (однако на 18,2% легче, чем студенты).

Текст будет восприниматься «нормально» при идеальных условиях восприятия и самом высоком уровне мышления обучаемых. Но в рамках проводимого эксперимента людей с таким уровнем обнаружилось всего 2% от исследуемой аудитории. Поэтому составителям «Правил» было рекомендовано поработать над текстом, уменьшив длину предложений и среднюю длину слов в нём.

Полученные результаты показали, что учебная литература по техническим специальностям воспринимается студентами нормально при соответствующей мотивации и условиях восприятия. Нормы и правила написаны более сложным языком, для улучшения их восприятия требуется коррекция текста. В целом, опыт применения разработанных программ в учебном процессе подтвердил целесообразность их использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бешелев С. Д. Математическо-статистические методы экспертных оценок. М., 1974.
2. Комина Н. А. Организационный дискурс в учебной ситуации (структурные, семантические и прагматические аспекты) : дис.... докт. филол. наук. Тверь, 2004.
3. Либерман Я. Л. Система оценки и коррекции трудности восприятия текста «TRUDNOST-M» // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2012612196 от 28 февраля 2012 г.
4. Либерман Я. Л. Оптимизация расстановки лекционного курса в учебном заведении // Инжиниринг, инновации, инвестиции : сб. науч. тр. Челябинск, 2006. Вып. 9.
5. Либерман Я. Л. Система оценки трудности восприятия текста «TRUDNOST» // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2009616861 от 10 декабря 2009 г.
6. Либерман Я. Л. Компьютерный эксперсс-анализ трудности восприятия мотивирующих и обучающих текстов // Современные технологии и бизнес : сб. науч. тр. / Под ред. В. В. Ерофеева. Челябинск : ЧРО РАЕН, 2010.

7. Либерман Я. Л. Новые компьютерные средства анализа и коррекции обучающих текстов / Я. Л. Либерман, А. А. Паничкина, К. С. Лукинских // Новые образовательные технологии в вузе : сб. материалов шестой междунар. науч.-метод. конф. Екатеринбург, 2009. Ч. 2.
8. Почепцов Г. Г. Теория коммуникации. М. : Рефл-бук ; К. : Ваклер, 2001.
9. Флеш Р. Смысловое восприятие речевого сообщения. М., 1976.
10. Цымбал В. П. Теория информации и кодирования. Киев, 1977.
11. Шпалинский В. В. Социальная психология менеджмента. Харьков, 1998.
12. Энциклопедия практического самопознания / Под ред. А. И. Красимо. М., 1994.

Статью рекомендует д-р психол. наук, проф. С. А. Минюрова.